(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020061413 A
(43)Date of publication of application: 24.07.2002

(21)Application number: 1020010002469
(22)Date of filing: 16.01.2001

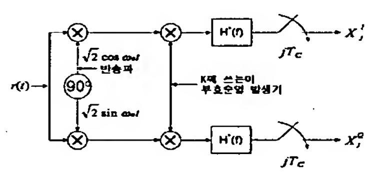
(71)Applicant: KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

(72)Inventor: JUNG, CHANG YONG
KIM, HONG GIL
SONG, IK HO

(51)Int. Cl G06F 17 /10

(54) METHOD FOR OBTAINING RAPID SIGNATURE SEQUENCE BASED ON CODE AND RANK STATISTICS

(57) Abstract:



PURPOSE: A method for obtaining a rapid signature sequence based on a code and rank statistics is provided to obtain a test statistic of new detector using an approximate method, enhance detecting performance by deciding a threshold value, and removing a time for an interference variance estimation, thereby reducing an average pseudo noise code obtaining time. CONSTITUTION: New type detector necessary for obtaining a pseudo noise code in a direct sequence band diffusion system is suggested. A method for obtaining a rapid signature sequence based on a code and rank statistics is suggested for inducing a test statistic of a local optimum rank detector and obtaining a test statistic of a local sub optimization rank detector and a deformation code rank detector using an asymptotic approximation. After obtaining a test statistic of new detector using an approximation based on a code and a rank, a threshold value is decided, and a detecting performance is increased and a time necessary for interference variance estimation is removed. Thus, an average pseudo noise code obtaining time is reduced.

Legal Status
Date of request for an examination (20010116)
Notification date of refusal decision (00000000)
Final disposal of an application (registration)
Date of final disposal of an application (20031114)
Patent registration number (1004077720000)
Date of registration (20031119)
Number of opposition against the grant of a patent ( )
Date of opposition against the grant of a patent (00000000)
Number of trial against decision to refuse ( )
Date of requesting trial against decision to refuse ( )

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. 7
G06F 17/10

(11) 공개번호 특2002-0061413
(43) 공개일자 2002년07월24일

(21) 출원번호 10-2001-0002469
(22) 출원일자 2001년01월16일

(71) 출원인 한국과학기술원
대전 유성구 구성동 373-1

(72) 발명자 송익호
대전광역시유성구가정동236-2과기대아파트14동403호
김홍길
경기도군포시산본동솔거아파트733동701호
정창용
충청북도청주시상당구내덕1동595-2120통2반

(74) 대리인 이종일

심사청구 : 있음

(54) 부호와 순위 통계량을 바탕으로 한 빠른 서명수열획득방법

요약

본 발명은 부호와 순위 통계량을 바탕으로 한 빠른 서명수열 획득방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 직접수열 대역 확산 시스템에서 의사잡음 부호획득에 필요한 새로운 형태의 검파기를 제시한 것이다.

본 발명에 따르면, 부호와 순위를 바탕으로 해서 국소 최적 순위 검파기의 검정 통계량을 유도하고 점근적 근사 방법을 써서 국소 준최적 순위 검파기와 변형 부호순위 검파기의 검정 통계량을 얻을 수 있도록 하는 부호와 순위 통계량을 바탕으로 한 빠른 서명수열 획득방법이 제시된다.

따라서, 이제까지의 검파기는 간섭의 분산을 추정해서 검파기의 문턱값을 구하였으나 본 발명에서는 부호와 순위를 바탕으로 근사적 방법을 써서 새로운 검파기의 검정 통계량을 얻은 뒤 문턱값을 정해서 검파 성능을 높이고, 간섭분산 추정에 드는 시간을 없앰으로서 평균 의사잡음 부호획득 시간을 줄일 수 있어 시스템의 성능을 증대시킬 수 있다.

대표도
도 1

색인어
국소 최적 순위 검파기, 국소 준최적 순위 검파기, 변형 부호 순위 검파기

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따라 위상을 모를 때 이진 위상편이변조 복조기를 쓴 k째 쓰는이의 검파기 구조를 나타낸 도면

도 2는 n=256 일때 비선형 함수와 선형 근사와의 관계를 나타낸 그래프

도 3은 $P_{FA}=10^{-3}, n=256, K_u=10$ 이고, 위상을 모르고 레일리 감쇄가 있을때 신호대잡음비의 함수로서 평균 부호 획득 시간을 나타낸 그래프

도 4는 $P_{FA}=10^{-3}, n=128, K_u=10$ 이고, 위상을 모르고 레일리 감쇄가 있을 때 신호대잡음비의 함수로서 평균 부호 획득 시간을 나타낸 그래프

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 부호와 순위 통계량을 바탕으로 한 빠른 서명수열 획득방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 직접수열 대역확산 시스템에서 의사잡음 부호획득에 필요한 새로운 형태의 검파기를 제시한 것이다.

직접수열 대역확산 시스템에서 통신을 시작할 때, 먼저 국소 역확산 의사잡음수열과 들어오는 확산 의사잡음수열의 동기를 맞추어야 한다. 이 동기화 과정은 일반적으로 부호 획득과 추적 두가지로 되어있다. 부호획득은 두 수열이 적어도 칩 폭 T_c의 일부인 g안으로 시간일치가 되도록 하는 연속적 결정과정이다. 성공적으로 부호획득이 이루어지면 부호 추적으로 좀더 정확하게 두 부호 수열의 동기를 맞추게 된다.

부호 획득 문제에서 기본이 되는 단위는 결정을 내리는 과정이며, 이는 검파이다. 일반적으로 검파기는 위상을 알 때와 모를 때 쓸 수 있는 것으로 나누어 진다. 또한, 판별식에 따라서 베이스, 네이만-피어슨의 방식으로 나눌 수 있다. 본 발명에서는 위상을 모를 때 네이만-피어슨 판별식을 쓴 검파기를 생각해 본다. 이제까지의 모수 검파기는 문턱값을 정하고자 시간에 따라서 바뀌는 간섭의 분산을 추정해야만 한다. 그러나, 실제값과 추정값의 작은 오차가 모수 검파기의 성능을 크게 나쁘게 할 수도 있다.

최근엔 의사잡음 부호 획득 문제에 대해서 처음에 간섭의 분산을 추정하지 않고 문턱값을 정할 수 있는 부호통계를 바탕으로 한 비모수 검파기가 제안되었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명은 부호와 순위를 바탕으로 근사적 방법을 써서 새로운 검파기의 검정 통계량을 얻은 뒤 문턱값을 정해서 검파 성능을 높이고, 간섭분산 추정에 드는 시간을 없앰으로서 평균 의사잡음 부호획득 시간을 줄여서 시스템의 성능을 높일 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 기술적 사상으로써 본 발명은

부호와 순위를 바탕으로 한 국소 최적 순위 검파기의 검정 통계량을 유도함으로서 점근적 근사 방법을 써서 국소 준최적 순위 검파기와 변형 부호순위 검파기의 검정 통계량을 얻을 수 있도록 하는 부호와 순위 통계량을 바탕으로 한 빠른 서명수열 획득방법이 제시된다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명의 실시예에 대한 구성 및 그 작용을 첨부한 도면을 참조하면서 상세히 설명하기로 한다.

도 1은 본 발명에 따라 위상을 모를 때 이진 위상편이변조 복조기를 쓴 k째 쓰는이의 검파기 구조를 나타낸 도면이며, 도 2는 n=256 일때 비선형 함수와 선형 근사와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 3은 $P_{FA}=10^{-3}, n=256, K_u=10$ 이고, 위상을 모르고 레일리 감쇄가 있을때 신호대잡음비의 함수로서 평균 부호 획득 시간을 나타낸 그래프이며, 도 4는 $P_{FA}=10^{-3}, n=128, i$ 이고, 위상을 모르고 레일리 감쇄가 있을 때 신호대잡음비의 함수로서 평균 부호 획득 시간을 나타낸 그래프이다.

본 발명에서는 부호와 순위를 바탕으로 한 비모수 검파기를 직접수열 확산대역 시스템의 의사잡음 부호 획득 문제에 대하여 살펴보기로 한다. 먼저 국소 최적 순위 검파기의 검정 통계량을 유도하고, 점근 점수 함수를 쓰는 국소 준최적 순위 검파기와 변형 부호순위 검파기의 검정 통계량을 제안한다. 그리고, 직렬 탐색 방식을 쓰는 한 우물기법에 이 검파기들을 써보고, 부호 획득 성능을 살펴보기로 한다.

도플러 편차와 감쇄 효과를 고려하지 않을 때, 수신 신호 r(t)는 아래와 같다.

수학식 1

$$r(t)=\sum_{i=1}^{K_u}\sqrt{2E_i}c_i(t-\tau_i T_c)\cos(\omega_o t+\phi_i)+n(t)$$

수학식 1에서, K_u는 쓰는이 수, E_i는 i째 쓰는이의 칩 에너지이며,

수학식 2

$$c_i(t)=\frac{1}{\sqrt{T_c}}\sum_{n=-\infty}^{\infty}a_i(n)[U(t)-U(t-T_c)]$$

는 i째 쓰는이의 의사잡음 부호 수열, T_c는 칩 폭, τ_i는 T_c로 정규화된 i째 쓰는이의 확산 의사잡음 부호 수열의 시간 지연이다. ω_c는 반송파 각주파수, ϕ_i는 구간[0, 2π)에 고르게 퍼져있는 i째 쓰는이의 위상, n(t)는 평균이 0이고, 분산이 $\frac{\eta_o}{2}$인 덧셈꼴 흰빛 정규 잡음이다. 수학식 2에서 $a_i(n)$는 n째 칩 시간에서 i째 쓰는이의 의사잡음 수열 값으로, +1 이나 −1 의 값을 갖는다. U(t)는 단위 계단 함수로, $t\geq 0$일 때 +1 이고 그 밖에는 0이다. 본 발명에서는 첫째 쓰는이가 바라는 쓰는이이고, g=1이라고 둔다.

이 때, 도 1에 도시된 바와 같이 j째 표본화된 정상과 직교상 성분은 아래와 같다.

수학식 3

$$X_j^I=\int_{t_j}^{t_j+T_c} r(t)c_1(t-\hat{\tau}_1 T_c)\sqrt{2}\cos\omega_o t\,dt.$$

수학식 4

$$X_j^Q=\int_{t_j}^{t_j+T_c} r(t)c_1(t-\hat{\tau}_1 T_c)\sqrt{2}\sin\omega_o t\,dt.$$

여기서, $\widehat{\tau_1}$은 T_c로 정규화된 수신기에서 만든 역확산 의사잡음 수열의 시간지연이고, $t_j = t_0 + jT_c$이다. 또한, t_0는 시작 시간이고, j는 정수이다.

이제 의사잡음 부호 획득 문제에 대해서 생각해 보자. 실제로 쓰이는 직렬탐색 방식을 쓰는 의사잡음 부호 획득 기법을 생각한다. 먼저, 수신기에서 만든 의사잡음 부호 수열을 써서 정상과 직교상 성분 $X_j^I, X_j^Q, j=1,2,\cdots,n$ 을 얻고 이 자료로 검정 통계량을 계산한 뒤 문턱값과 견주어 본다. 여기서, n은 부분 상관 길이이다. 검정 통계량이 문턱값보다 크면, 수신기에서 만든 의사잡음 수열이 칩 폭인 시간T_c안에 들어오는 의사잡음 수열과 동기가 맞추어진 것으로 본다. 그러면, 부호 획득 과정을 마치고 부호추적 과정을 시작한다. 그렇지 않으면, 수신기 의사잡음 수열을 한 칩 폭 만큼 왼쪽으로 움직여서 다시 검정 통계량을 계산한 뒤 문턱값과 견주어 본다. 여기서 이 과정은 검정통계량이 문턱값보다 클 때까지 거듭된다. 만약, 부호추적이 실패로 끝나면 다시 부호 획득 과정을 시작한다.

상기의 설명으로부터 의사잡음 부호 획득 문제를 이진 가설 검정 문제로 생각할 수 있다. 즉, 관측 자료 $X^I=(X_1^I, X_2^I, \ldots, X_N^I)$와$X^Q=(X_1^Q, X_2^Q, \ldots, X_N^Q)$ 를 써서 아래와 같이 귀무가설 H와 대립가설 K 가운데 하나를 고르는 문제로 볼 수 있다.

수학식 5

$$H : |\tau_1 - \widehat{\tau_1}| \geq T_c.$$

수학식 6

$$K : |\tau_1 - \widehat{\tau_1}| < T_c.$$

통계량X_j^I와X_j^Q를 써서 아래와 같이 귀무가설 H와 대립가설 K를 다시 쓸 수 있다.

수학식 7

$$H : (X_j^I = W_j^I,\ X_j^Q = W_j^Q), \qquad j=1,2,\cdots,n.$$

수학식 8

$$K : (X_j^I = \theta\cos\phi + W_j^I,\ X_j^Q = -\theta\sin\phi + W_j^Q), j=1,2,\cdots,n.$$

상기의 수학식 7과 8에서, $\theta=\frac{\sqrt{E_1}}{2}$ 는 신호 세기를 나타내는 변수, $\phi=\phi_1$, W_j^I 와 W_j^Q 는 확률 밀도 함수가 $f_W=N(0,\sigma_W^2)$ 이고 서로 상관이 없는 정상과 직교상 간섭 성분을 나타낸다. 여기서, $N(m,\sigma^2)$ 는 평균이 m이고, 분산이 σ^2 인 정규 확률 밀도 함수를 나타내며, $\sigma_W^2=\frac{1}{3}\sum_{i=2}^{K}E_i+\frac{N_0}{2}$ 이다. 통계량 W_j^I와 W_j^Q의 유도 과정은 나중에 살펴보기로 한다.

상기 귀무가설을 대립가설의 특별한 경우로(θ=0)생각할 수 있기 때문에, 상기의 문제는 아래와 같은 가설 검정 문제로 생각할 수 있다.

수학식 9

$$H : \theta = 0.$$

이제$(X_j^I, X_j^Q) = (x_j^I, x_j^Q)$ 가 주어지면, Θ의 함수로서X_j^I와 X_j^Q의 결합 확률 밀도 함수$f(\theta;j)$는 아래와 같다.

수학식 11

$$\begin{aligned} f(\theta;j) &= f_W(x_j^I-\theta\cos\phi)f_W(x_j^Q+\theta\sin\phi) \\ &= \frac{1}{2\pi\sigma_W^2}\exp\{-\frac{(x_j^I-\theta\cos\phi)^2+(x_j^Q+\theta\sin\phi)^2}{2\sigma_W^2}\}. \end{aligned}$$

정규화된 정상과 직교상 관측 자료 2n개$\{X_i^I, X_i^Q\}$, $i=1,\cdots,n$ 의 결합 확률 밀도 함수는 아래와 같다.

수학식 12

$$f_{X^I,X^Q}(x^I,x^Q) = E_\phi\{\prod_{j=1}^{n} f(\theta;j)\}$$

여기서, ϕ가 주어질 때 관측 표본쌍(X_j^I, X_j^Q)들은 서로 독립인 확률벡터 수열의 형태를 갖는다고 둔다. 수학식 12에서 E_ϕ는 ϕ에 대한 기대값을 뜻한다.

이어서, 국소 최적 순위 검파기의 검정 통계량에 대하여 살펴 보면 관측 자료의 부호와 순위 정보만을 바탕으로 한 검파기법을 얻을 수 있도록, 먼저 몇 가지를 정의한다.

$Z^I=(Z_1^I,Z_2^I,\cdots,Z_n^I)$ 는$Z_j^I=sgn(X_j^I)$ 으로 정의되는 부호들의 벡터이고,$Q^I=(Q_1^I,Q_2^I,\cdots,Q_n^I)$ 는 집합$|X^I|=\{|X_1^I|,|X_2^I|,\cdots,|X_n^I|\}$ 의 원소들을 그 크기의 오름차순으로 둘 때$|X_j^I|$의 순위Q_j^I를 원소로 갖는 벡터이다. 여기서, sgn(x)는 부호 함수로서, $x\geq0$일 때 +1 이고 그 밖에는 −1 이다. $|X^I|_{[j]}$는 집합$|X^I|$에서 j째 작은 원소를 나타낸다고 정의한다. 같은 방식으로 Z^Q, Q^Q, $|X^Q|_{[j]}$ 를 정의한다.

이제,$P(q^I, q^Q, Z^I, Z^Q|H)$ 와$P(q^I, q^Q, Z^I, Z^Q|K)$ 가 각각 귀무가설 H와 대립가설 K에서 Q^I, Q^Q, Z^I, Z^Q의 이산 결합 확률 질량 함수라고 하면 이들은 아래와 같다.

수학식 13

$$\begin{aligned} H: p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|H) &= \Pr\{Q^I=q^I,Q^Q=q^Q,Z^I=z^I,Z^Q=z^Q|H\} \\ &= \frac{1}{(2^n n!)^2}. \end{aligned}$$

수학식 14

$$K: p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|K) = \int_B f_{X^I,X^Q}(x^I,x^Q)dx^I dx^Q$$

여기서, $B=\{(x^I,x^Q)\mid Q^I=q^I,\ Q^Q=q^Q,\ Z^I=z^I,\ Z^Q=z^Q,\}$ 이다. 일반화된 네이만-피어슨 정리에 따르면, 국소 최적 순위 검파기의 검정 통계량 일반식은 아래와 같이 얻을 수 있다.

수학식 15

$$T_{LOR}=\frac{1}{p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|H)}\lim_{\theta\to 0}\frac{d^{\nu}p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|K)}{d\theta^{\nu}}.$$

여기서, ν는 $\theta=0$ 일 때 $p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|K)$의 도함수 가운데 처음으로 0이 아닌 것이 나오는 차수이다.

수학식 13 - 15를 쓰면, 국소 최적 검파기의 검정 통계량은 아래와 같다.

수학식 16

$$T_{LOR}(X^I,X^Q)=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\{d(Q_i^I)+d(Q_i^Q)\}+\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j\neq i}^{n}Z_i^IZ_i^Q\{c(Q_i^I,Q_j^I)+c(Q_i^Q,Q_j^Q)\}.$$

여기서,

수학식 17

$$c(Q_i^I,\ Q_j^I)=E_H\{g(\,|X^I|_{[i]})g(\,|X^I|_{[j]})\},$$

수학식 18

$$d(Q_i^I)=E_H\{h(\,|X^I|_{[i]})\}$$

이고 $h(x)=\frac{f_w''(x)}{f_w(x)}$, $g(x)=-\frac{f_w'(x)}{f_w(x)}$ 이다. 수학식 16의 증명은 나중에 설명하기로 한다.

정규 확률 밀도 함수일 때 점수함수 c(i,j)와 d(i)의 정확한 값은 얻을 수가 없다. 수치 방법으로 값을 얻을 수는 있지만, 여기서는 점수함수의 점근적 근사를 쓰기로 한다. 점근 점수 함수 $\tilde{c}(i,j)$와 $\tilde{d}(i)$는 아래와 같다.

수학식 19

$$\tilde{c}(i,j)\approx\Phi^{-1}\left(\frac{n+i+1}{2n+2}\right)\Phi^{-1}\left(\frac{n+j+1}{2n+2}\right),$$

수학식 20

$$\tilde{d}(i)\approx\left\{\Phi^{-1}\left(\frac{n+i+1}{2n+2}\right)\right\}^2-1.$$

여기서, Φ는 표준 정규 누적 분포 함수이다. 점근 점수 함수를 써서 국소 준최적 순위 검파기를 얻을 수 있다. 수학식 19와 20을 수학식 16에 넣은 뒤 정리하면 아래와 같은 국소 준최적 순위 검파기의 검정 통계량을 얻을 수 있다.

수학식 21

$$T_{\mathrm{LSR}}(X^I,X^Q) = [\sum_{i=1}^{n} Z_i^I \Phi^{-1}(\frac{n+Q^{I_i}+1}{2n+2})]^2 + [\sum_{i=1}^{n} Z_i^Q \Phi^{-1}(\frac{n+Q^{Q_i}+1}{2n+2})]^2.$$

그런데, i가 n에 매우 가까운 값이 아닐 때, 비선형 함수 $\Phi^{-1}(\frac{n+i+1}{2n+2})$은 직선으로 근사할 수 있다는 사실을 도 2로부터 확인할 수 있다. 그러므로, 수학식 21의 비선형 함수를 선형함수로 바꾸어서 새로운 검정 통계량을 생각해 본다. 즉, 수학식 21에서 $\Phi^{-1}(\frac{n+i+1}{2n+2})$를 i로 바꾸면, 새로운 변형 부호순위 검파기의 검정 통계량은 아래와 같다.

수학식 22

$$T_{\mathrm{MSR}}(X^I,X^Q)=(\sum_{i=1}^{n} Z_i^I Q_i^I)^2+(\sum_{i=1}^{n} Z_i^Q Q_i^Q)^2.$$

검정 통계량 $\{T_m(X^I,X^Q),\ m =$ 국소최적검파기, 국소준최적순위검파기, 변형부호순위검파기$\}$를 얻은 뒤에는 아래 두 수학식을 만족시키는 문턱값 λ_m과 확률화 매개변수 γ_n 을 얻을 수 있다.

수학식 23

$$\Pr\{T_m(X^I,X^Q)>\lambda_m|H\} \le P_{FA}.$$

수학식 24

$$\gamma_m=\frac{P_{FA}-\Pr\{T_m(X^I,X^Q)>\lambda_m|H\}}{\Pr\{T_m(X^I,X^Q)=\lambda_m|H\}}.$$

여기서, $\lambda_m \ge 0$, $0 \le \gamma_m < 1$이고, P_{FA}는 오경보확률이다. 한편, 검파확률은 아래와 같다.

수학식 25

$$P_{D,m} = \Pr\{T_m(X^I,X^Q)>\lambda_m|K\} + \gamma_m \Pr\{T_m(X^I,X^Q)=\lambda_m|K\}.$$

이제 레일리 감쇄효과에 대해서 생각해 본다. 레일리 감쇄는 위상과 크기가 n칩 시간 동안에는 일정하고 n칩씩으로 이루어진 각 묶음 사이에는 서로 독립이라고 둔다. 귀무가설에서 검정 통계량은 감쇄가 없을 때와 같다. 따라서, 감쇄가 없을 때와 같은 문턱값과 확률화 매개변수를 쓸 수 있다. 그러면, 평균 검파확률 $\overline{P_D}=\int_0^\infty p(\alpha)P_{D,m}d\alpha$ 를 얻을 수 있다. 여기서, $p(\alpha)=\frac{\alpha}{\sigma_n^2}e^{-\frac{\alpha^2}{2\sigma_n^2}}$ 는 레일리 감쇄의 확률 밀도 함수이다.

다음으로는 이제까지의 검파기를 쓴 한 우물기법과 제안한 검파기를 쓴 것을 견주어 보기로 한다. 성능측도로는 획득할 때까지 지나간 시간, 곧, 부호획득시간 T_{acq}를 쓰기로 한다. 시간 오차가 고르게 퍼져 있을 때 한 우물기법의 평균 부호 획득 시간은 아래와 같다.

수학식 26

$$E\{T_{acq}\}=\{1+(1+KP_{FA})(\frac{L-1}{2})(2-P_D)\}t_d/P_D.$$

여기서, K는 벌점 시간 요소, L은 의사잡음 부호 수열의 주기이고, t_d는 탐색방식에서 셀에 머무는 시간이다. 모의 실험 조건들은 다음과 같다. 여기서, 정규화된 나머지 편차 δ_1 는 $\frac{\tau_1}{T_c}-\lfloor\frac{\tau_1}{T_c}\rfloor$ 로 정의되는 값이다. ($\lfloor x\rfloor$는 x를 넘지않는 최대 정수이다.)

* 탐색 방식: 직접 직렬

* 칩 길이: $T_c=1\mu s$

* 셀에 머무는 시간: $T_d=1\mu s$

* 부호 수열 길이: L = 32767 칩

* 부분 상관 주기: N = 128 또는 256 칩

* 시간 오차 $|\tau_1-\hat{\tau}_1|$: (−32767 μs, 32767 μs) 구간에서 고르게 분포

* 벌점 시간 요소: K = 10^4

* 정규화된 나머지 편차 δ_1: (−1, +1) 구간에서 고르게 분포

덧셈꼴 흰빛 정규 잡음 환경에서 레일리 감쇄가 있고, 반송파의 위상을 모를 때를 생각해 보자. 먼저 $E_i = E_j$ 이고, $\sigma_R^2 = 1$이라 둔다. 이제까지의 모수 검파기로서 제곱합 검파기를, 이제까지의 비모수 검파기로서 변형 부호 검파기를, 그리고 제안한 비모수 검파기로 국소 준최적 순위 검파기와 변형 부호순위 검파기를 쓴다. 제곱합 검파기와 변형 순위 검파기의 검정 통계량은 각각 아래와 같다.

수학식 27

$$T_{SS}(X^I, X^Q) = \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^I\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{n} X_i^Q\right)^2,$$

수학식 28

$$T_{MS}(X^I, X^Q) = \left(\sum_{i=1}^{n} Z_i^I\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{n} Z_i^Q\right)^2$$

도 3은 $P_{FA} = 10^{-3}$, $n=256$, $K_u=10$ 이고, 위상을 모르고 레일리 감쇄가 있을때 신호대잡음비의 함수로서 평균 부호 획득 시간을 보여준다. 한 점을 얻는데 쓰인 몬테카를로 모의실험 횟수는 100,000번이다. 도 3에 도시된 바와 같이 실선, 쇄선, 점선, 일점쇄선은 각각 국소 준최적 순위, 변형 부호순위, 제곱합, 변형 부호 검파기를 나타낸다. 여기서, 제곱합 검파기에는 간섭의 분산이 미리 알려져 있다고 둔다. 제곱합 검파기는 견주는 검파기들 가운데 가장 좋은 성능을 보인다. 이는 이 검파기가 덧셈꼴 흰빛 정규 잡음 환경에서 최적 검파기이기 때문이다. 제안한 국소 준최적 순위 검파기와 변형 부호 순위 검파기는 변형 부호 검파기보다 2 - 3dB 좋은 성능을 보이며 거의 최적에 가깝다.

도 4는 $P_{FA} = 10^{-3}$, $n=128$, $K_u=10$ 이고, 위상을 모르고 레일리 감쇄가 있을 때 신호대잡음비의 함수로서 평균 부호 획득 시간을 보여준다. 다른 조건들은 도 3에 도시된 바와 같고, 검파기들의 성능도 도 3의 경향과 거의 같다. 가장 큰 차이는 도 4의 부호 획득 시간이(n=128) 도 3의 부호 획득 시간 보다(n=256) 크다는 것이다. 이는 부분 상관 길이 즉, 표본크기가 짧아짐에 따라 검파확률이 낮아지기 때문이다.

이어서, 상기 통계량 X_j^I와 X_j^Q의 유도 과정을 살펴보기로 한다.

먼저, X_j^I를 생각해 본다. j째 표본 정상 성분은 아래와 같다.

수학식 29

$$X_j^I = \alpha_j + \beta_j + \gamma$$

여기서,

수학식 30

$$\alpha_j = \sqrt{E_1}\cos\phi_1 \int_{t_j}^{t_j - T_c} c_1(t - \tau_1 T_c)\, c_1(t - \hat{\tau}_1 T_c)\, dt$$

은 칩 안 간섭 효과를 포함한 바라는 신호 성분이고,

수학식 31

$$\beta_j=\sum_{i=2}^{K}\sqrt{E_i}\cos\phi_i\int_{t_j}^{t_j-T_c}c_i(t-\tau_iT_c)c_1(t-\hat{\tau}_1T_c)dt$$

은 다중접속 간섭 성분이고,

수학식 32

$$\gamma_j=\sqrt{2}\int_{t_j}^{t_j-T_c}n(t)c_1(t-\hat{\tau}_1T_c)\cos\omega_o t d_t$$

는 덧셈꼴 잡음 성분이다.

귀무가설과 대립가설일 때 α_j의 평균과 분산은 아래와 같다.

수학식 33

$$E\{\alpha_j\mid H\}=0,$$

수학식 34

$$E\{\alpha_j|K\}=\sqrt{E_1}(1-|\delta_1|)\cos\phi_1,$$

수학식 35

$$Var\{\alpha_j|H\}=E_1(1-2|\delta_1|+2\delta_1{}^2)\cos^2\phi_1,$$

수학식 36

$$Var\{\alpha_j|K\}=E_1\delta_1{}^2\cos^2\phi_1.$$

여기서, δ_i 는 $\delta_i=\frac{\tau_i-\hat{\tau}_1}{T_c}-\lfloor\frac{\tau_i-\hat{\tau}_1}{T_c}\rfloor$ 로 정의되는 i째 쓰는이의 정규화된 나머지 편차이고, (−1, +1) 구간에 퍼져있다.

비슷한 방법으로 귀무가설과 대립가설일 때 β_j와 γ_j의 평균과 분산을 얻을 수 있다.

수학식 37

$$E\{\beta_j\mid H\}=E\{\beta_j\mid K\}=0.$$

수학식 38

$$Var\{\beta_j|H\}=Var\{\beta_j|K\}=\sum_{i=2}^{K}E_i(1-2|\delta_i|+2\delta_i{}^2)\cos^2\phi_i,$$

수학식 40

$$Var\{\gamma_j|H\} = Var\{\gamma_j|K\} = \frac{\sigma_o^2}{2}.$$

상기의 수학식 33 - 40에서 δ_i와 ϕ_i에 관해 평균을 얻으면 (ϕ_1은 생략함), 귀무가설과 대립가설일 때 X_j^I의 평균과 분산은 아래와 같다.

수학식 41

$$E\{X_j^I|H\} = 0,$$

수학식 42

$$E\{X_j^I|K\} = \frac{1}{2}\sqrt{E_1}\cos\phi_1,$$

수학식 43

$$Var\{X_j^I|H\} = \frac{1}{3}\sum_{i=1}^{K}E_i + \frac{\sigma_o^2}{2}$$

수학식 44

$$Var\{X_j^I|K\} = \frac{1}{6}E_1 + \frac{1}{3}\sum_{i=2}^{K}E_i + \frac{\sigma_o^2}{2}.$$

이제 ϕ_1을 확률변수로 두고, α_j, β_j, γ_j 가 서로 독립인 확률 변수라고 둔다. 그러면, $K_u \gg 1$이고, E_i와 E_1 가 크게 다르지 않으면 (곧, $\frac{1}{3}\sum_{i=2}^{K}E_i \gg \frac{1}{3}E_1 > \frac{1}{6}E_1$ 이면), $Var\{X_j^I|K\} \approx Var\{X_j^I|H\} \approx \frac{1}{3}\sum_{i=2}^{K}E_i + \frac{\sigma_o^2}{2}$ 이다. 즉, 본 발명에서는 칩 안 간섭 효과를 무시할 수 있다.

상기와 같이 유사하게 귀무가설과 대립가설일 때 X_j^Q의 평균과 분산은 아래와 같다.

수학식 45

$$E\{X_j^Q|H\} = 0,$$

수학식 46

$$E\{X_j^Q|K\} = -\frac{1}{2}\sqrt{E_1}\sin\phi_1,$$

수학식 47

$$Var\{X_j^Q|K\} \approx Var\{X_j^Q|H\} \approx \frac{1}{3}\sum_{i=2}^{K}E_i + \frac{\sigma_o^2}{2}.$$

이어서, 국소 최적 순위 검파기의 검정 통계량 유도 과정을 살펴보기로 한다.

먼저, $p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|K)$ 의 첫째 도함수는 $\theta \to 0$일때 아래와 같이 0이 된다.

수학식 48

$$\begin{aligned}\lim_{\theta\to 0}\frac{dp(q^I,q^Q,z^I,z^Q|K)}{d\theta} &= \int_B \lim_{\theta\to 0}\frac{df_{X^I,X^Q}(x^I,x^Q)}{d\theta}\,dx^I dx^Q \\ &= \int_B E_\phi\{\sum_{i=1}^{n} f'(0;i)\prod_{j\neq i}^{n} f(0;j)\}\,dx^I dx^Q.\end{aligned}$$

여기서,

수학식 49

$$\begin{aligned}E_\phi\{f'(0;i)\} &= E_\phi\{-\cos\phi\frac{df(0;i)}{dx_i^I}+\sin\phi\frac{df(0;i)}{dx_i^Q}\} \\ &= 0\end{aligned}$$

이다. 그러므로, $\theta \to 0$일때 둘째 도함수는 아래와 같다.

수학식 50

$$\begin{aligned}\lim_{\theta\to 0}\frac{d^2p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|K)}{d\theta^2} &= \int_B \lim_{\theta\to 0}\frac{d^2f_{X^I,X^Q}(x^I,x^Q)}{d\theta^2}\,dx^I dx^Q \\ &= \int_B E_\phi\{\sum_{i=1}^{n}(f''(0;i)\prod_{j\neq i}^{n} f(0;j) \\ &\quad + f'(0;i)\sum_{j\neq i}^{n} f'(0;j)\prod_{k\neq j,k\neq i}^{n} f(0;k))\}\,dx^I dx^Q.\end{aligned}$$

수학식 51

$$\begin{aligned}f''(0;i) &= \cos^2\phi\frac{d^2f(0;i)}{dx_i^{I2}}+\sin^2\phi\frac{d^2f(0;i)}{dx_i^{Q2}} \\ &\quad - \sin\phi\cos\phi\frac{d^2f(0;i)}{dx_i^I dx_i^Q}-\sin\phi\cos\phi\frac{d^2f(0;i)}{dx_i^Q dx_i^I}\end{aligned}$$

이고, 수학식 50의 첫째 피적분 함수는 아래와 같다.

수학식 52

$$E_\phi\{\sum_{i=1}^{n} f''(0;i)\prod_{j\neq i}^{n} f(0;j)\} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\{h(x_i^I)+h(x_i^Q)\}\prod_{j=1}^{n} f(0;j).$$

여기서,

수학식 53

$$h(x)=\frac{f_W''(x)}{f_W(x)}$$

이다. 마찬가지로,

수학식 54

$$\begin{aligned} f'(0;i)f'(0;j) = {} & \cos^2\phi \frac{df(0;i)}{dx_i^I}\frac{df(0;j)}{dx_j^I} \\ & + \sin^2\phi \frac{df(0;i)}{dx_i^Q}\frac{df(0;j)}{dx_j^Q} \\ & - \sin\phi\cos\phi \frac{df(0;i)}{dx_i^I}\frac{df(0;j)}{dx_j^Q} \\ & - \sin\phi\cos\phi \frac{df(0;i)}{dx_i^Q}\frac{df(0;j)}{dx_j^I} \end{aligned}$$

이고, 수학식 50의 둘째 피적분 함수는 아래와 같다.

수학식 55

$$\begin{aligned} E_\phi\{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j\neq i}^{n} f'(0;i)f'(0;j)\prod_{k\neq j,k\neq i}^{n} f(0;k)\} = {} & \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j\neq i}^{n}[g(x_i^I)g(x_j^I) \\ & + g(x_i^Q)g(x_j^Q)]\prod_{k=1}^{n} f(0;k). \end{aligned}$$

여기서,

수학식 56

$$g(x)=-\frac{f_W'(x)}{f_W(x)}$$

이다.

수학식 50, 52, 55와 g(x) = sgn(x) g(|x|), h(|x|) = h(x)라는 사실을 써서, $\theta\to 0$일때 둘째 도함수의 최종식을 얻을 수 있다.

수학식 57

$$
\begin{aligned}
&\lim_{\theta \to 0} \frac{d^2 p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|K)}{d\theta^2} \\
=\ & \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \int_B \{h(x_i^I)+h(x_i^Q)\} \prod_{j=1}^{n} f(0;j)dx^I dx^Q \\
+\ & \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \neq i}^{n} \int_B g(x_i^I)g(x_j^I) \prod_{k=1}^{n} f(0;k)dx^I dx^Q \\
+\ & \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \neq i}^{n} \int_B g(x_i^Q)g(x_j^Q) \prod_{k=1}^{n} f(0;k)dx^I dx^Q
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \int_B \{h(|x_i^I|)+h(|x_i^Q|)\} \prod_{j=1}^{n} f(0;j)dx^I dx^Q \\
&+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \neq i}^{n} \int_B Z_i^I Z_j^Q g(|x_i^I|)g(|x_j^I|) \prod_{k=1}^{n} f(0;k)dx^I dx^Q \\
&+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \neq i}^{n} \int_B Z_i^I Z_j^Q g(|x_i^Q|)g(|x_j^Q|) \prod_{k=1}^{n} f(0;k)dx^I dx^Q
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&= \frac{1}{2(2^n n!)^2} \sum_{i=1}^{n} \{d(Q_i^I)+d(Q_i^Q)\} \\
&+ \frac{1}{2(2^n n!)^2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \neq i}^{n} Z_i^I Z_j^Q \{c(Q_i^I,Q_j^I)+c(Q_i^Q,Q_j^Q)\}.
\end{aligned}
$$

여기서, 수학식 57을 $p(q^I,q^Q,z^I,z^Q|H)=(2^n n!)^2$ 으로 나누면, 수학식 16을 얻을 수 있다.

발명의 효과

이상에서와 같이 본 발명에 따르면, 부호와 순위를 바탕으로 한 국소 최적 순위 검파기의 검정 통계량을 유도하고, 점근적 근사 방법을 써서 국소 준최적 순위 검파기와 변형 부호순위 검파기의 검정 통계량을 얻을 수 있다. 따라서, 상기 와 같은 검정 통계량을 이용하여 문턱값을 정하기 때문에 간섭의 분산을 추정하는데 걸리는 시간을 없앨 수 있어서 의사잡음 부호획득 시간을 줄일 수 있다. 즉, 송수신시 기다리는 시간을 줄여서 빠른 서비스를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

부호와 순위를 바탕으로 아래의 수학식과 같이 유도된 국소 최적 순위 검정 통계량으로 만든 국소 최적 순위 검파기로 부호를 획득하는 것을 특징으로 하는 부호와 순위 통계량을 바탕으로 한 빠른 서명수열 획득방법.

수학식 58

$$
\begin{aligned}
T_{\mathrm{LOR}}(X^I,X^Q) &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \{d(Q_i^I)+d(Q_i^Q)\} \\
&+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \neq i}^{n} Z_i^I Z_i^Q \{c(Q_i^I,Q_j^I)+c(Q_i^Q,Q_j^Q)\}
\end{aligned}
$$

여기서,

수학식 59

$c(Q_i^I, Q_j^I)=E_H\{g(|X^I|_{[i]})g(|X^I|_{[j]})\}$, 이고

수학식 60

$d(Q_i^I)=E_H\{h(|X^I|_{[i]})\}$ 이며, $h(x)=-\frac{f''_w(x)}{f_w(x)}$, $g(x)=-\frac{f'_w(x)}{f_w(x)}$ 이다.

청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 유도된 국소 최적 순위 검정 통계량에 점근적 근사방법을 써서 유도한 아래의 수학식인 국소 준최적 순위 검정 통계량으로 만든 국소 준최적 순위 검파기로 부호를 획득하는 것을 특징으로 하는 부호와 순위 통계량을 바탕으로 한 빠른 서명수열 획득방법.

수학식 61

$$T_{\mathrm{LSR}}(X^I,X^Q) = [\sum_{i=1}^{n} Z_i^I \Phi^{-1}(\frac{n+Q_i^I+1}{2n+2})]^2 + [\sum_{i=1}^{n} Z_i^Q \Phi^{-1}(\frac{n+Q_i^Q+1}{2n+2})]^2.$$

청구항 3.

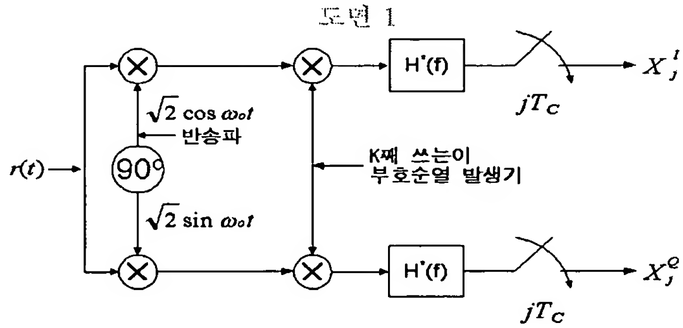
청구항 2에 있어서, 상기 유도된 국소 준최적 순위 검정 통계량에 근사적 방법을 써서 유도한 아래의 수학식인 변형 부호 순위 검정 통계량으로 만든 변형 부호 순위 검파기로 부호를 획득하는 것을 특징으로 하는 부호와 순위 통계량을 바탕으로 한 빠른 서명수열 획득방법.

수학식 62

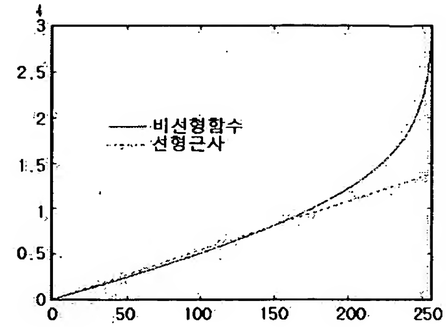
$$T_{\mathrm{MSR}}(X^I,X^Q)=(\sum_{i=1}^{n} Z_i^I Q_i^I)^2+(\sum_{i=1}^{n} Z_i^Q Q_i^Q)^2.$$

도면

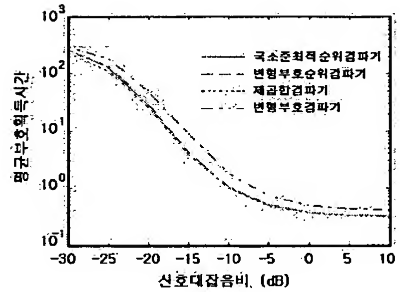
도면 1



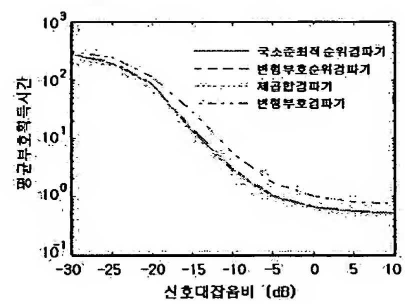
도면 2


비선형함수
선형근사
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
50
100
150
200
250

도면 3


국소준최적순위검파기
변형부호순위검파기
제곱합검파기
변형부호검파기
평균부호획득시간
신호대잡음비. (dB)
-30
-25
-20
-15
-10
-5
0
5
10

도면 4


국소준최적순위검파기
변형부호순위검파기
제곱합검파기
변형부호검파기
평균부호획득시간
신호대잡음비 (dB)
-30
-25
-20
-15
-10
-5
0
5
10